

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-156706

(43)Date of publication of application : 06.06.2000

(51)Int.Cl. H04L 12/56
H04L 29/08

(21)Application number : 10-329494

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 19.11.1998

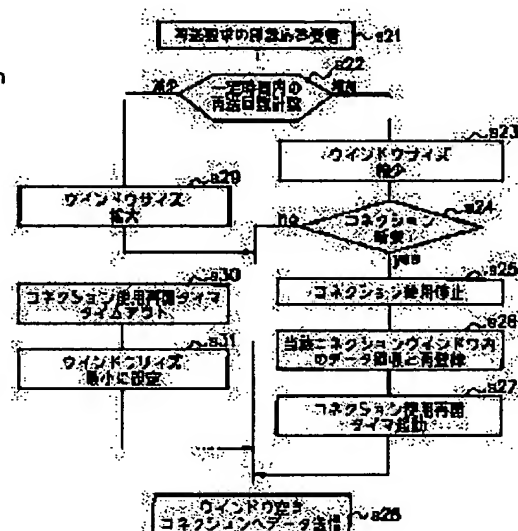
(72)Inventor : OSADA TAKAHIKO
HOSODA YASUHIRO
YAMASHITA HIROYUKI

(54) DATA TRANSMISSION RECEPTION METHOD, MEDIUM WITH DATA TRANSMISSION PROGRAM STORED THEREIN AND MEDIUM DATA RECEPTION PROGRAM STORED THEREIN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize maximum transmission throughput at each occasion, depending on the quality of a channel during communication.

SOLUTION: When a file is transferred using plural connections which are decided based on the window size of a transmission control protocol(TCP), a transmission delay time and a channel transfer rate, the number of times for retransmission of data generated accompanying deterioration in the channel quality is counted for each connection (s22) and when the number of times for retransmission within a prescribed time is increased, the window size is reduced (s23). When the number of times for retransmission within a prescribed time is increased further, the use of the concerned connection is stopped if necessary (s24, s25), untransmitted data in the connection window are recovered and registered again to attain transfer by another connection (s26), and the number of times for retransmission within a fixed time decreases, the window size is extended (s29).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号 ✓
特開2000-156706
(P2000-156706A)

(43) 公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 L 12/56		H 0 4 L 11/20	1 0 2 C 5 K 0 3 0
29/08		13/00	3 0 7 Z 5 K 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-329494

(22) 出願日 平成10年11月19日(1998. 11. 19)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 長田 孝彦

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 細田 泰弘

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100069981

弁理士 吉田 精孝

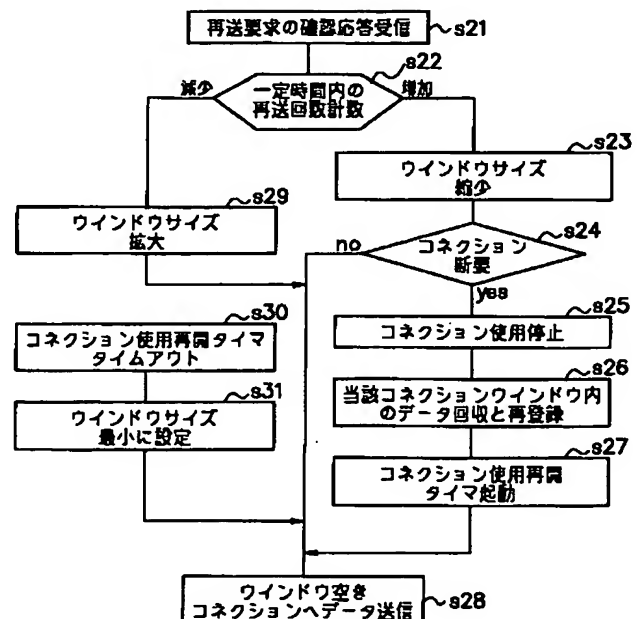
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データ送受信方法並びにデータ送信プログラムを記憶した媒体及びデータ受信プログラムを記憶した媒体

(57) 【要約】

【課題】 通信中の回線品質に応じてその時々最大の伝送スループットを実現すること。

【解決手段】 T C Pプロトコルのウィンドウサイズ、伝送遅延時間及び回線速度に基づいて決定した複数のコネクションを用いたファイル転送の際、回線品質の低下に伴って発生するデータの再送回数をコネクション毎に計数し (s 2 2)、一定時間内の再送回数が増加した場合はウィンドウサイズを縮小し (s 2 3)、さらに増加した時は必要に応じて当該コネクションの使用を停止し (s 2 4 , s 2 5)、そのコネクションウィンドウ内の未送信データを回収して別のコネクションによる転送を可能とすべく再登録し (s 2 6)、一定時間内の再送回数が減少した場合はウィンドウサイズを拡大する (s 2 9)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 TCP プロトコルによりファイル転送を行うデータ送受信方法において、TCP プロトコルのウィンドウサイズ、伝送遅延時間及び回線速度に基づいて使用するコネクションの数を決定し、ファイルをデータブロックに分割し、これを複数のコネクションを介して送受信するとともに、データ送受信中の誤り発生に基づくデータブロックの再送回数を複数のコネクション毎に計数し、一定時間内の再送回数の増減に応じて当該コネクションのウィンドウサイズの縮小／拡大あるいは使用停止／使用再開を動的に変更することを特徴とするデータ送受信方法。

【請求項 2】 TCP プロトコルによりファイル転送を行うデータ送受信のためのデータ送信プログラムを記憶した媒体において、前記データ送信プログラムはコンピュータに読み取られた際、該コンピュータに、上位アプリケーションからの TCP コネクション開設要求に応じてデータ受信側との間に 1 本のコネクションを設定し、データ受信側が複数のコネクションによるファイル転送をサポートしているか否かを確認し、サポートしていれば伝送遅延時間を算出し、TCP プロトコルのウィンドウサイズ、伝送遅延時間及び回線速度に基づいて使用するコネクションの数を決定してデータ受信側との間に複数のコネクションを設定し、ファイルをデータブロックに分割してシーケンス番号を付与し、これを複数のコネクションを介して送受信するとともに、データ送受信中の誤り発生に基づくデータブロックの再送回数を複数のコネクション毎に計数し、一定時間内の再送回数が同一または増加した場合は当該コネクションのウィンドウサイズを縮小しあるいは使用を停止し、再送回数が 0 または減少した場合は当該コネクションのウィンドウサイズを拡大する動作を実行させることを特徴とするデータ送信プログラムを記憶した媒体。

【請求項 3】 TCP プロトコルによりファイル転送を行うデータ送受信のためのデータ受信プログラムを記憶した媒体において、前記データ受信プログラムはコンピュータに読み取られた際、該コンピュータに、データ送信側から要求に応じて該データ送信側との間に複数のコネクションを設定し、複数のコネクションにより受信したデータブロックを該データブロックに付与されたシーケンス番号順に上位アプリケーションに送る動作を実行させることを特徴とするデータ受信プログラムを記憶した媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、TCP プロトコルによるファイル転送、特にウィンドウサイズが制限されたファイル転送において、伝送遅延が大きいネットワークにおいても通信中の回線品質に動的に応じて効率的にファイル転送を行うデータ送受信方法並びにデータ送信プログラムを記憶した媒体及びデータ受信プログラムを記憶した媒体に関するものである。

【0002】

10 【従来の技術】通常、インターネット等のネットワークにおけるファイル転送には、TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) が使用されている。ファイル転送の際に 1 本の TCP プロトコルの論理コネクション（以下、コネクションと呼ぶ。）を使用する。

20 【0003】データを送受信する場合、TCP プロトコルは、相手 TCP との間で 1 本のコネクションを確立した後、データの送受信を開始する。データの送受信確認の制御は、可変長のバイトサイズ指定のスライディングウィンドウを使用する。スライディングウィンドウとは、あるサイズを持ったウィンドウ内にあるデータブロック（セグメント）を受信側からの確認応答がなくても送信できるようにし、確認応答を受信する毎にウィンドウをその分スライドして、次の未送信ブロックを送信する方法である。ウィンドウサイズは、通常、最大 64 KB（バイト）である。

30 【0004】また、TCP プロトコルは、何らかの理由でセグメントがネットワーク上で失われた場合、エラーを回復し、信頼性のある通信を保証するため、一定時間、確認応答を待ち、タイムアウトするとそのセグメントを再送する。

40 【0005】TCP プロトコルを使用したファイル転送の性能は、TCP プロトコルの転送能力、特に TCP のウィンドウサイズの上限により制限されるところが多く、ネットワークがより高速になり、かつ世界的規模で拡大してきたために伝送遅延時間が大きくなりつつある現状では、ネットワークの帯域幅のうちの一部のスループットしか実現できないという問題がある。この場合のスループットの限界は、ウィンドウサイズ／往復遅延時間で表される。例えば、光ファイバケーブルネットワークにおける日本（東京）－米国（西海岸）の往復遅延時間は約 100 ms であり、TCP の実行スループットは最大 $64 \text{ KB} \times 8 / 100 \text{ ms} = 5.12 \text{ Mbit/s}$ となる。

50 【0006】前記課題を解決する方式として、ファイルを転送する際にファイルを分割し、複数の TCP コネクションにより転送を行う（ファイルの分割数及び TCP コネクションの数を、TCP プロトコルのウィンドウサイズ、ネットワークの往復の伝送遅延時間及び回線速度

に基づいて決定する)方式が提案されている(特開平8-305643号)。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記方式では、通信開始時に設定したコネクション数そのものは一定であるため、コネクション全体の伝送回線の品質(以下、回線品質と呼ぶ。)が低下すると全てのコネクションで再送が発生し、再送による伝送帯域の浪費が多くなるとともに転送スループットも低下してしまうという問題があった。

【0008】また、ネットワークとして汎用的な公衆ネットワークを使用した場合、ファイルの送信側及び受信側に複数のコネクションが設定されると、各コネクションが別個のネットワークを経由して設定される可能性がある。この場合、特定のコネクション、例えば衛星通信回線における回線品質が降雨等のために一時的に悪化すると、当該コネクションで転送されるデータブロックの到着が遅れてしまい、結果的に全体の転送スループットが大幅に低下してしまうという問題があった。

【0009】本発明の目的は、複数のコネクションを使用したファイル転送の際、通信中の回線品質に動的に応じてその時々最大のスループットでの伝送を実現するデータ送受信方法並びにデータ送信プログラムを記憶した媒体及びデータ受信プログラムを記憶した媒体を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明では、データ送受信中の誤り発生に基づくデータブロックの再送回数を複数のコネクション毎に監視し、一定時間内の再送回数の増減に応じて当該コネクションのウィンドウサイズの縮小/拡大あるいは使用停止/使用再開をダイナミックに変更することを特徴とするものである。

【0011】TCPプロトコルは、使用しているコネクション上で何らかの理由でデータブロックが失われた場合、エラーを回復し、信頼性のある通信を保証するため、ある時間、確認応答を待ち、一定時間内に確認応答が得られなかった場合、確認未応答のデータブロックを再送する。

【0012】一定時間内に発生するデータブロックの再送回数をコネクション毎に監視することにより、当該コネクションの回線品質を常時認識しておき、回線品質の変化(低下/回復)によりウィンドウサイズを縮小/拡大するとともに、回線品質がさらに低下したような場合は当該コネクションを一時的に使用停止し、その後、回線品質が回復した場合に当該コネクションの使用を再開することにより、複数のコネクションを使用したファイル転送した場合においても、回線品質の変化に動的に応じて効率的なデータ転送を行うことができるようになる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明による複数のコネクションを使用したTCPプロトコルによるファイル転送の実施の形態を説明する。

【0014】図1は本発明の実施の形態の一例を示すシステム構成図であり、図中、10はファイル転送プロトコル(FTP)等の上位アプリケーション、20は本発明を実現する処理ブロック(Multiple Connection Procedure:以下、MCPシステムと呼ぶ。)、30はインターネットプロトコル(IP)等のTCP以下の下位プロトコル処理モジュール、40は通信回線である。

【0015】MCPシステム20において、21は転送に使用するコネクション数を制御するコネクション数制御モジュール、22は上位アプリケーションから送信される一連のデータにMCP固有のシーケンス番号(通番)を付加し、送信ウィンドウに空きがあるコネクションへ振り分ける各コネクションへのデータ振分けモジュール、23はコネクションから受信したデータをMCPの通番に従って順番に上位アプリケーションへ通知する各コネクションからのデータ組立てモジュール、24は個々のコネクション対応に一定時間内の再送回数を計数する再送回数計数モジュール、25はファイル転送を行う装置間の遅延時間を計数する遅延時間計数モジュール、26はTCP処理モジュールである。

【0016】図2はデータ送信処理アルゴリズムを示すもので、以下、図1と図2を用いて複数のコネクションを設定する手順及びそのコネクションを使用したデータの送信手順を詳細に説明する。

【0017】今、上位アプリケーション(AP)10からファイル転送のためのTCPコネクションの開設を要求される(s1)と、TCP処理モジュール26は通信相手のTCPとの間で最初に1本のコネクション(以下、これを基本コネクションと呼ぶ。)の確立を行うが、この時、遅延時間計数モジュール25内の時間監視タイマを起動する(s2)とともに、MCP使用の可否をネゴシエーションする情報をTCPヘッダのオプション域に付加したTCPパケットを作成し、下位プロトコルモジュール30に送信を要求する(s3)。下位プロトコルモジュール30は通信回線40へデータを送信する。以降、下位プロトコルモジュール30及び通信回線40の説明は省略する。

【0018】TCP処理モジュール26は相手TCPからのTCP開設確認応答パケットを受信すると、相手TCPのMCP使用の可否をチェックし(s4)、MCP使用不可であれば、以降、1本のコネクションを使用して通常のTCPによるデータ転送を行い(s5)、ファイルの転送が終了するとコネクションの閉塞処理を行い(s6)、上位アプリケーション10へ転送完了を通知する。

5

【0019】一方、MCP使用可能であれば、遅延時間処理モジュール25を起動し、基本コネクション開設のTCPパケット送信要求からTCP開設応答パケット受信までの時間（遅延時間）を時間監視タイマから算出し（s7）、コネクション数制御モジュール21へ通知する。

【0020】コネクション数制御モジュール21は、前記遅延時間と予め設定されている回線速度及びTCPウィンドウサイズの最大値（64KB）から、新たに設定可能なコネクション（以降、拡張コネクションと呼ぶ。）を決定する（s8）。

【0021】拡張コネクション数を決定するための計算式は、

$$N = \left\lfloor D / \left\{ (8 \times W) / B + \text{TCP 処理時間} \right\} \right\rfloor$$

ここで、

[] : ガウス記号（[] 内を越えない最大の整数を表わす）

N : 設定可能な拡張コネクション数

$(8 \times W) / B$: 1本のコネクションでの最大ウィンドウサイズ転送時間（sec）

W : ウィンドウサイズ（64Kbytes）

D : 往復の伝送遅延時間（sec）

B : 回線速度（bit/s）

8 : バイトからビットへの変換係数

TCP処理時間：確認応答パケット受領後、次のデータパケット送信起動までの時間（sec）である。

【0022】拡張コネクション数を決定すると、相手TCPに対して拡張コネクションの開設要求のパケットを各拡張コネクション毎に行う（s9）。

【0023】一方、基本コネクションの開設確認応答を受領したTCP処理モジュール26は、遅延時間算出の起動と並行して、基本コネクションへのデータパケットの送信を開始する。

【0024】データの送信は以下の手順により行う。

【0025】基本コネクションが確立すると、上位アプリケーション10は、ファイルをデータブロック（以下、データと呼ぶ。）に分割して、各コネクションへのデータ振分けモジュール22へ転送する。

【0026】データ振分けモジュール22は、転送されてくるデータの順番にMCP固有の通番を付与し（s10）で、それをモジュール内にキューイングするとともに、送信ウィンドウに空き領域がある基本コネクションあるいは拡張コネクションへ送信を要求する（s11）。

【0027】以降、送信データが無くなるまで、前記送信動作を継続する。

【0028】ファイルの転送が終了すると、基本コネクション及び拡張コネクションの閉塞処理を行い（s12）、上位アプリケーション10へ転送終了を通知する。

6

【0029】図3は前述した基本コネクション及び拡張コネクションの開設とデータ送信の時間関係を、データパケットと確認応答パケットとのシーケンスにより示したものであり、D1は基本コネクション開設パケット、D2は基本コネクションの開設確認応答パケット、D3は基本コネクションを使用したデータパケット、D4は複数の拡張コネクションの開設パケット、D5は基本コネクションの確認応答パケット、D6は拡張コネクション開設の確認応答パケット、D7は基本及び拡張コネクションを使用したデータパケット、D8は基本及び拡張コネクションの確認応答パケットである。

【0030】図4はウィンドウサイズ及びコネクション数制御アルゴリズムを示すもので、以下、図1と図4を用いて本発明の主要点である回線品質が変化した場合のウィンドウサイズ及び使用するコネクション数の制御（変更）手順を詳細に説明する。

【0031】受信側のTCP処理モジュール26は、受信したデータパケットの内容に誤りを検出すると、確認応答パケットにより、送信側のTCP処理モジュール26へ当該データパケットの再送を要求する。

【0032】送信側のTCP処理モジュール26は、再送要求の確認応答パケットを受信する（s21）と、再送回数計数モジュール24に通知する。再送回数計数モジュール24はコネクション対応に一定の監視時間内の再送回数を計数し（s22）、前回の監視時間内の再送回数と同一または増加していれば、当該コネクションの送信ウィンドウサイズを縮小し（s23）、その結果により当該コネクションの使用可否を判断（s24）、例えばウィンドウサイズが一定数（MCP適用環境に依りて設定する。例えば0等）以下になり、当該コネクションが使用不可となれば、コネクション数制御モジュール21に対して当該コネクションの使用停止を通知する（s25）。

次に、当該コネクションの送信ウィンドウ内の未送信データを回収して、データ振分けモジュール22内の送信キューに再登録する（s26）とともに、当該コネクションの使用再開待ちタイマを起動し（s27）、その後、送信ウィンドウが空いている他のコネクションへのデータ送信を継続する（s28）。

【0033】一方、送信ウィンドウサイズを縮小しても当該コネクションが使用可能であれば、そのまま送信ウィンドウが空いているコネクションへのデータ送信を継続し（s28）、また、再送回数を計数した結果、前回の監視時間内の再送回数より減少していれば、当該コネクションの送信ウィンドウサイズを拡大して（s29）、送信ウィンドウが空いているコネクションへのデータ送信を継続する（s28）。

【0034】なお、コネクション数制御モジュール21は一定時間毎に各コネクションの再送回数を監視しており、再送回数が0または減少していれば、ウィンドウサイズの拡大処理を行う。また、使用停止したコネクシ

ンについては、使用再開待ちタイマのタイムアウト（s 30）を待って、ウィンドウサイズを最小に設定して（s 31）使用を再開する。

【0035】図5は前述した回線品質低下時のウィンドウサイズの遷移とコネクションの使用停止を説明したものである。ここでは3本のコネクション α 、 β 及び γ があり、そのうちコネクション β の回線品質が低下（再送回数が増加）したため、第1段階としてウィンドウサイズを回線品質良好時の64KBから16KBに縮小したが、回線品質がさらに低下（再送回数が減少しない）したので（例えば再度、ウィンドウサイズを縮小した結果、ウィンドウサイズが0になったため）、第2段階としてコネクション β の使用を停止した例を示している。

【0036】なお、コネクション使用停止までの遷移の段階数は任意であり、前述した2段階に制限されるものではない。

【0037】図6はデータ受信処理アルゴリズムを示すもので、以下、図1とともにデータ受信処理を詳細に説明する。

【0038】まず、TCP処理モジュール26は送信側からの基本コネクション開設要求パケットを受信する（s 41）と、基本コネクション開設の確認応答パケットを送信して（s 42）、基本コネクションへのデータパケット受信待ちになる。

【0039】次に、拡張コネクションの確立処理（拡張コネクションの開設要求受信と確認応答の送信）を行い（s 43）、拡張コネクションへのデータパケット受信待ちになる。

【0040】TCP処理モジュール26はデータパケットを受信する（s 44）と、確認応答パケット（必要に応じ再送要求）を送信する（s 45）とともに、データ組立てモジュール23へデータを通知する（s 46）。

【0041】データ組立てモジュール23は、データパケット毎に付加されているMCPの通番をチェックし、番号の昇順に、データを上位アプリケーション10へ転

送する（s 47）。

【0042】データ組立てモジュール23はMCPの通番が連続しない（途中の番号を有するデータパケットを未受信）場合は、該当するMCPの通番を有するデータパケットを受信するまで、その番号以降の番号を有するデータを保持する。データの転送が終了するとコネクションの閉塞処理を行う（s 48）。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、通信中の回線の品質に応じて動的にTCPのウィンドウサイズ及びコネクション数を変更するので、全てのコネクションの回線品質が低下した場合、あるいは特定のコネクション、例えば衛星通信回線における回線品質が降雨等のために一時的に悪化した場合においても、常にその時点における最大の伝送スループットを実現することができ、効率的なファイル転送を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例を示すシステム構成図

【図2】データ送信処理アルゴリズムを示す流れ図

【図3】データパケットと確認応答パケットとの関係を示すシーケンス図

【図4】ウィンドウサイズ及びコネクション数制御アルゴリズムを示す流れ図

【図5】回線品質低下時の動作を示す説明図

【図6】データ受信処理アルゴリズムを示す流れ図

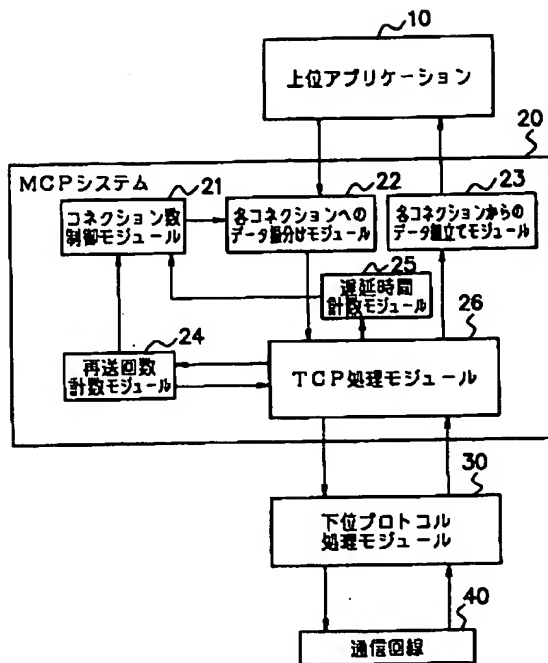
【符号の説明】

10：上位アプリケーション、20：MCPシステム、21：コネクション数制御モジュール、22：各コネクションへのデータ振分けモジュール、23：各コネクションからのデータ組立てモジュール、24：再送回数計数モジュール、25：遅延時間計数モジュール、26：TCP処理モジュール、30：下位プロトコル処理モジュール、40：通信回線。

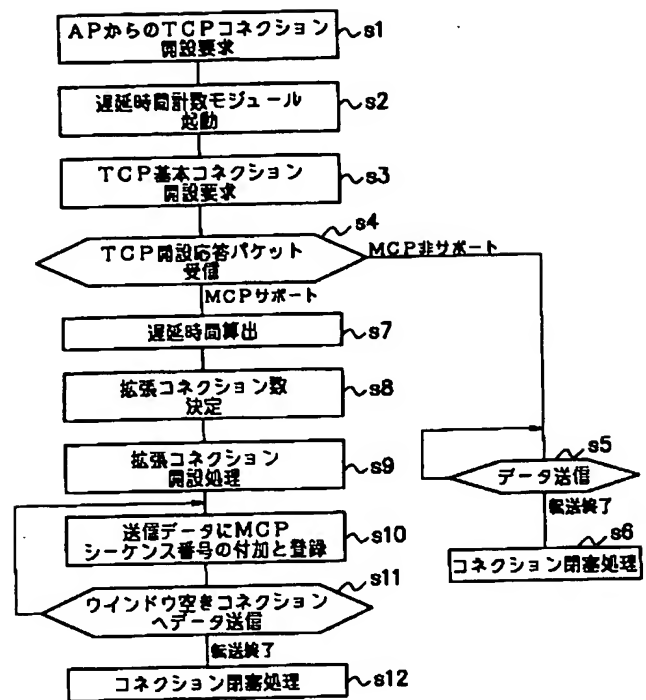
【図5】

	回線品質良好	コネクション β の回線品質低下	コネクション β の回線品質さらに低下
コネクション	ウィンドウサイズ例	ウィンドウサイズ例	ウィンドウサイズ例
α	64KB	64KB	64KB
β	64KB	16KB	0KB →コネクション使用停止
γ	64KB	64KB	64KB

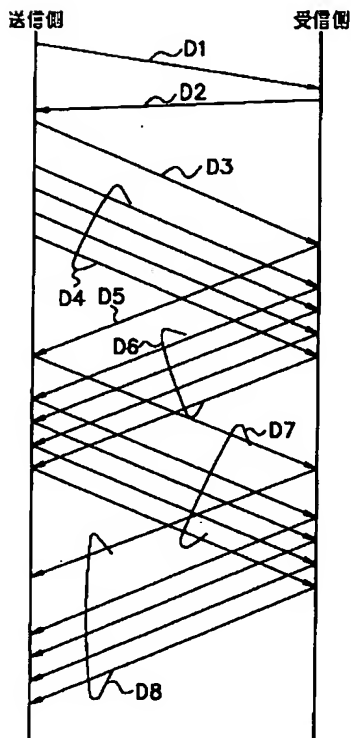
【図1】



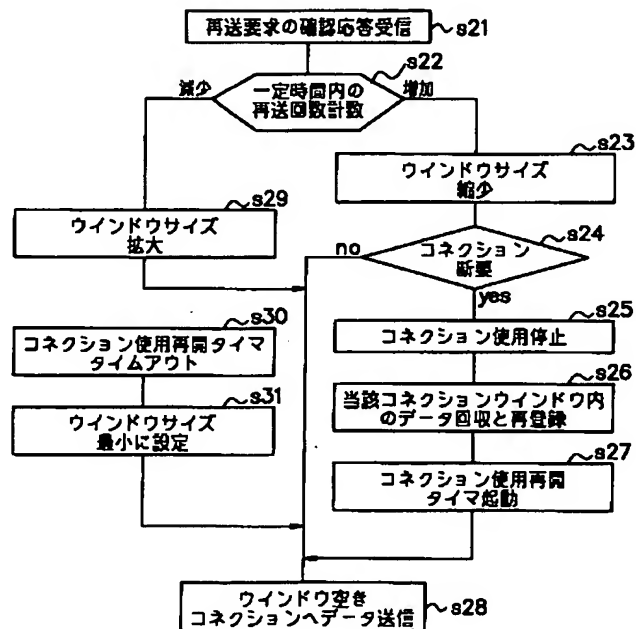
【図2】



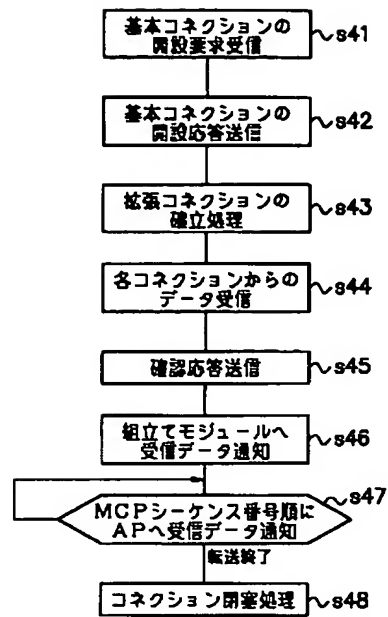
【図3】



【図4】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 山下 博之
東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA03 GA08 HA08 LA01 LB02
LC03
5K034 AA05 EE10 HH01 HH02 HH65
JJ24 MM03 MM16 QQ04